

MÚLT VAGY JÖVŐ?

EZEKET A FIZIKA ÉRETTSÉGI FELADATOKAT *tűzte* ki a magyar oktatásiügy a 21. század első esztendejében.* Önt fölizgatták ezek a problémák? Vajon ki ejteget 3,3 méter magasságból köveket a Holdon? Ki a csudát érdekelhet, mennyi ott a kő sebessége félúton? A töltött gyöngy esetében még tán izgalmas kérdés lehetett volna: hogyan őrzi meg töltését ennyi herce-hurca közben a gyöngy, és minek csinálta ezt a kísérletet bárki is. Mindenesetre e feladatok megoldásával 200 esztendővel ezelőtt is megbirkózott volna egy fizikában jártas fiatal! De azóta elmúlt a 19. és a 20. század, amelyek a mai fizika nagyobb (és hatékonyabb) részét létrehozták. E századok fizikája bevonult a minden nap életbe: mobil telefon és parabolaantenna, lézermutató és infravörös tévékapcsoló köznapibb tárgyakká váltak, mint a csigasor és fogaskerék. (Akkor miért az utóbbiak szerepelnek a hivatalos tantervben?) Ha az iskola a fizikának az imént bemutatott tételekkel jellemzett arcultatát mutatja a 21. századba kíváncsian belépő fiataloknak, nem csodálkozhatunk, ha ők inkább közgazdász és pénzforgató pályát választanak.

* 1. A Holdon a nehézségi gyorsulás a földi érték hatodrésze. Milyen magasból esik le a Holdon elejtett kődarab 2 másodperc alatt? Mekkora a sebessége félúton? Mennyi idő alatt nő sebessége 1 m/s-ra?

2. Egy 250Ω ellenállású fogyasztóval sorba kapcsolunk egy ismeretlen ellenállást. Az egyenáramú áramkörben 230 volt feszültség hatására 0,5 amper erősséggű áram folyik. Mekkora az ismeretlen ellenállás? Mekkora teljesítményt vesz fel a 250Ω ellenállású fogyasztó? Ha az áramkörbe a fogyasztóval párhuzamosan egy $2 \text{ k}\Omega$ ellenállású voltmérőt kapcsolunk, az mekkora feszültséget mutat?

3. Orvosbiológiai kísérletben egy függőleges tengely körül forgó kamra falához simulva áll egy kísérleti személy, akinek centripetalis gyorsulása 10 g, forgástengelytől mért távolsága 2 m. Mekkora a kamra szögsebessége? Mekkora a szögggyorsulása, ha fenti szögsebességet nyugalomból indulva 70 másodperc alatt érte el? Mekkora az ehhez szükséges forgatónyomaték, ha a kamra és a személy együttes tehetetlenségi nyomatéka 1500 kg/m^2 ?

4. Vízszintesen fekvő planparallel üveglemezben 0,3 ns alatt halad át egy fény sugár. A fény sugár az üveglemezben a függőlegessel 30° -os szöget zár be. Milyen vastag a lemez? A lemezből kilépő fény sugár mekkora eltolódással halad tovább a belépő fény sugárhoz képest?

5. Egy mól kezdetben 300 K hőmérsékletű ideális gázt állandó $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson felmelegítettük. Ezután a gázt állandó hőmérsékleten eredeti hőmérsékletére hűtöttük le. Az állapotváltozások során a gáz 5 kJ hőt vett fel környezetéből. Mennyi tágulási munkát végzett a felmelegített gáz? Mekkorára nőtt térfogata? Mennyi lett végül a gáz nyomása?

6. Vékonys függőleges szigetelő szál alsó végére rögzített test elektromos töltése $Q = 10^{-7} \text{ C}$. A szál mentén súrlódásmentesen mozoghat egy $m = 10^{-4} \text{ kg}$ tömegű, $q = 10^{-8} \text{ C}$ töltésű gyöngy. Kezdetben a gyöngyöt a rögzített test fölött 27 cm távolságra tartjuk, majd elengedjük. Mennyire közelíti meg a gyöngy a rögzített testet? Mekkorára a köztük lévő távolság egyensúlyi helyzetben?

– 14 éven át tanulhatsz matematikát anélküli, hogy bármely 1800 után született eredménnyel találkoznál – panaszodott Kemény János, a Basic nyelv és az e-mail megteremtője. Ő Amerikában sürgette a matematika tantervek készítőit: ma releváns matematikán mutassák be az iskolában a matematikai gondolkodás erejét.

*

Amit itt hiányolok, nem pusztán a vad újítás. Az 1940-es évek elején jártam gimnáziumba. Genetikát tanultunk a biológiaórán. Fizika érettségi tételem az elektronhullám valószínűségi értelmezése, matematika érettségi tételem a határozott integrál volt. Ez nem tanáram szokatlan modernkedését jelezte; mindez tantervi anyag, tankönyvi fejezet volt – akkor. Ma hiába keresnők a kerettantervben, abból elillant a 20. század.

Az 1960-as években Kaliforniában voltam vendégprofesszor. Fiam ott járt általános iskolába. Az irodalomórán nem csak William Shakespeare és Mark Twain volt tananyag, hanem a tanár tanítványaival megbeszélte, kiértékelte (leértékelte) az akkor ott éppen divatos tévé szappanoperákat és (történelmi?) kalandfilmeket. A mai magyar tizenéveskről is tudni lehet, hogy kevesebb időt töltenek 18–19. századi regények olvasásával, mint a tévé bámulásával, vagy – az értelmesebbje – az interneten való kalandozással. Vajon melyik tantárgy tanítja (tanítsa) az internet használatának etikáját és esztétikáját? Magyar- vagy matektanár? Kérdezzük meg gyerekeinket (unkáinkat), melyik élő és ma alkotó költő verset elemezték és tanulták meg az órán?

Most múlt el a millennium éve. mindenki az elmúlt évezredről beszélt, nem az elkövetkezőről. (Sok történelemtanár inkább otthon érzi magát a 15–19. században, mint a 20–21. században.) Magyar király vezetett keresztes háborút az ozmánok ellen a Szentföldre, és volt nálunk is törökvensz meg tatárdúlás, osztrák császár, német és orosz megszállás. Vajon elbeszélgették-e a történelemről a World Trade Center elpusztításáról, Irak és a belgrádi tévé bombázásáról, a Nyugat és az Iszlám problémájáról? A Globalizáció és a Hit erejéről? Nem azt kinyilvánítva, hogy Ennek vagy Annak van igaza, hanem elgondolkozva az alternatívákon, a kultúrák diverzitásán. Nem végső igazságot osztva (szóval és bombával), hanem tanítványainkat gondolkozáásra nevelve, hiszen rövidesen nekik kell állást foglalniuk ilyen kérdésekben – ha hiszünk a demokráciában. Milyen lesz Európa mint egységes hatalom? Európa vonzereje a többi szuperhatalommal szemben épp kulturális, nyelvi diverzitása lehet. Mert tudjuk a biológiából, hogy a diverzitás módot ad a szelekcióra és evolúcióra.

Hogyan nevelhet az iskola a 21. századra, ha azt még nem ismerjük? Biztosan más lesz, mint a 20. század; a 20 század sem volt a 19. század sima folytatása.

Mai fizika-tudásunk többsége a 20. század ajándéka. De a tanterv és a tankönyv (és sok tantervgyártó pedagógus feje) már megtelt a klasszikus fizika tananyagával. A tényszerű közlés mai gyakorlata nem folytatható tovább, a tananyag a régit megtartva új ismeretek hozzáadásával nem bővíthető.

Fizikaórán szorgalmasan tanítják a merev testeket, összenyomhatatlan folyadékokat, ideális gázokat, egyenáramot. Pedig az újságok többet írnak, a televízióban töb-

bet látnak mikroelektronikáról és nukleáris technikáról, mint forgatónyomatékról és Ohm-törvényről. Biológiaban sem a lepkégyűjtemény az aktuális téma, hanem az AIDS-vírus és a humán genóm. Földrajzból nem 200 ország fővárosait kell megtanulni, hiszen még az országok is változnak, hanem a klímaváltozás hatásainak okait és eloszlását (szárazság, erdőtűz, éhínség, tornádó, árvíz). Ezeket nem lehet olyan egyszerűen levezetni, mint a szabadesés lefolyását. 1999-ben Illetékes Úr kijelentette: „Bocsánat, ez szörnyű kivétel, hazánkban 500 éve nem volt ilyen árvíz.” Akkor megírtam: „De jövőre lesz!” És valóban lón, azóta minden évben...

*

Mik lesznek azok az égető kérdések, amikkel tanítványainknak (gyermekeinknek, unokáinknak) a 21. században szembe kell nézniük, amikre nekik kell válaszolniuk? Mi hajtja majd autóikat? Mivel víják majd a háborúkat? Mi lesz hazánk (a magyar mezőgazdaság, ipar, pénzügy, irodalom, tudomány) ereje az egységes Európában? Tanítványainknak mi most nem tudjuk megadni a választ. Segítenünk kell őket, hogy képzetten és erkölcsösen képesek legyenek majd dönteni.

Az iskolai fizika nyilván nem lehet egy még vastagabb képletgyűjtemény és adattár. A fizika szemléletmód. Hatékony módszer a valóság megismerésére, megértésére, alakítására. Ezt a módszert évszázadokon át érlelték ki:

A valóság tisztelete és megfigyelése.

A számunkra lényeges adatok kiválasztása, mérése.

A bennünket érdeklő mennyiségek változási törvényeinek kigondolása.

Elméleti modellünk működtetése, jóslatainak tapasztalati ellenőrzése.

A modell érvényességi határainak tapasztalati felderítése.

A modell műszaki alkalmazása az érvényesség határain belül.

Az érvényességi határokon túli kutatás új, jobb modell után.

A fizika tehát véget nem érő történet, mert az anyagi valóság kimeríthetetlenül gazdag. Ez a 20. század nagy tanulsága. A fiataloknak érdemes tehát fizikusnak jönniük, lesz számukra kutatási terület, munka, alkalmazási lehetőség a jövőben is.

Ezt az egzakt és objektív hozzállást átvette, átveszi a többi természettudomány is. Sőt Soros György tudatosan és sikeresen használja a közgazdaságban, a tőzsden. Japánban a fizikus hallgatók jelentős hányada a pényszakmába megy. Nem volna felesleges ilyen gondolkodásmód politikusok számára sem, saját elvárásai kontrollálására és hibáik kijavítására. Nem az az okosabb manapság, aki több képletet és adatot tud, hanem akinek fejében alkalmazásra készen benne van a néhány egyetemes összefüggés, aki meg tudja kereshi az irodalomban a szükséges adatokat, és mindezt új területeken használni tudja.

*

A 20. század jellemvonása volt az is, hogy a nagy felfedezések a tudományágak határtérületein születtek. A DNS kémiai szerkezetének és biológiai szerepének föltáráráért a biológus Watson és a fizikus Crick osztozott a Nobel-díjon. Az emberi genóm

feltérképezésében és megfejtésében kulcsszerepe van a kémianak és az informatikának. A klímakatasztrófa kivédése komplex földrajzi-kémiai-fizikai-biológiai-matematikai program. (Egyre több vezető politikus is klímaszakértőnek mutatja magát.) De hogy az álon valósággá váljék, a demokrácia választópolgárainak is érteniük kell, miről van szó.

Elhalványulnak az egyes tantárgyakat korábban elválasztó határvonalak. Pontosabban szólva: kiszínesednek a szaktudományokat korábban elválasztó ismeretlen fehér foltok.

Következtetés: a fizika, a kémia, a biológia, a földtudomány tényhalmazból mindenki által hatékony szemléletmóddá válik, amire politikusoknak, közgazdászoknak, pénzmozgatóknak, tábornokoknak is egyre nagyobb szükségük van. És szüksége lesz rá minden választópolgárnak, aki szavazatával befolyásolja közössége jövőjét.

Természettudományos műveltség mindenki számára szükséges, aki tudatosan kíván tájékozódni a 21. században. A természettudományos nevelést egy mindenkinél kötelező egységes természettudományi érettséggel lehetne hatékonyan kialakítani. Hiszen a tanárok szeretik tanítványaikat: úgy tanítják őket, hogy jól szerepeljenek az érettségin és felvételin. Ha több száz éves példákat és ismereteket kérünk számon tőlük (erre hajlamos a kerettanterv), azt fogják tanítani. El is megy a tantárgytól a kíváncsi, jövőre nyitott fiatalok kedve, inkább elmennek jogásznak vagy brókernek. Ha viszont hasznos tájékozódási stratégiára nevelik a fiatalokat, a közgázón és az orvosegyetemen is kötelező lesz a természettudományi érettségi letétele. Mi több: a fiatalok szeretni fogják a természettudományt, és segítségével szebb, gazdagabb jövőt fognak építeni.

MARX GYÖRGY